

**Les petits réacteurs nucléaires et
la mise en valeur des sables bitumineux de l'Alberta**

NOTES POUR UNE ALLOCUTION DE

DENISE CARPENTER

PRÉSIDENTE ET CHEF DE LA DIRECTION, ASSOCIATION NUCLÉAIRE
CANADIENNE

SOMMET SUR L'INFRASTRUCTURE
D'EXPLOITATION DES SABLES BITUMINEUX
CALGARY (ALBERTA)

31 AOÛT 2011

Introduction

Merci beaucoup! C'est vraiment agréable de revenir en Alberta.

Je suis particulièrement heureuse d'avoir la possibilité de vous entretenir d'un sujet aussi crucial que le développement et le maintien d'une infrastructure durable pour l'exploitation des sables bitumineux ainsi que du rôle que la filière nucléaire peut jouer dans la réalisation de ces objectifs.

Mon organisation, l'Association nucléaire canadienne, représente toutes les technologies nucléaires au pays. Les dizaines de milliers de Canadiens dont l'emploi est lié à ces technologies travaillent dans des domaines variés – production d'électricité, médecine, produits pharmaceutiques, salubrité des aliments, science des matériaux, ingénierie, services scientifiques et technologiques pour ne nommer que ceux-là.

Depuis des dizaines d'années, le rôle de l'ANC consiste à créer des possibilités de mettre les bienfaits de la technologie nucléaire au service des Canadiens. C'est pourquoi mon allocution d'aujourd'hui porte en grande partie sur l'une de ces possibilités, plus précisément la technologie des petits réacteurs modulaires et leur rôle éventuel dans la mise en valeur des sables bitumineux maintenant et dans l'avenir.

Collectivement, une possibilité s'offre à nous. L'industrie des sables bitumineux fait face à un défi sans précédent dans son histoire : elle doit réunir une équipe de gens pour s'attaquer à une série complexe de problèmes au cours d'une période assez longue. Les Albertains savent comment s'y prendre. Nous parlerons aujourd'hui de ce qu'il faudra faire pendant cette période.

Vision albertaine de l'énergie

Nous sommes maintenant mûrs pour l'utilisation de l'énergie nucléaire dans la mise en valeur des sables bitumineux.

Par ailleurs, nous sommes convaincus que la technologie des petits réacteurs modulaires représente un changement unique et distinct en ce qui a trait aux utilisations possibles de l'énergie nucléaire dans l'industrie des sables bitumineux.

Cette technologie peut aider à concrétiser la vision énoncée dans la stratégie albertaine en matière d'énergie, qui reconnaît que nous entrons dans un avenir où les émissions de carbone dans l'atmosphère seront limitées.

La technologie des petits réacteurs modulaires offre à l'Alberta l'occasion de montrer au monde entier que vous avez le courage et la détermination de rester fidèles à votre vision.

Pourquoi utiliser de petits réacteurs pour la mise en valeur des sables bitumineux?

À l'heure actuelle, vous vous demandez peut-être pourquoi je pense que le nucléaire convient à l'exploitation des sables bitumineux. Après tout, n'y a-t-il pas eu plusieurs études qui semblaient indiquer le contraire? Eh bien, le problème de ces études, c'est qu'elles portaient sur des réacteurs trop puissants.

L'utilisation de réacteurs puissants pour la mise en valeur des sables bitumineux comporte plusieurs difficultés, par exemple :

- les vastes installations permanentes entraînant un coût d'investissement élevé;
- le personnel de soutien nombreux et les coûts d'exploitation et de maintenance élevés;
- les cycles d'entretien et de rechargement relativement courts;
- la production d'énergie excédentaire (thermique et électrique);
- les préoccupations quant à savoir si la température et la pression de la vapeur sont adéquates.

D'après ce que nous savons, les petits réacteurs modulaires n'ont fait l'objet d'aucune étude comparable sous l'angle de l'exploitation des sables bitumineux. Mais des évaluations très préliminaires effectuées par certains membres de l'industrie nucléaire donnent à penser que ces réacteurs permettraient de remédier à ces difficultés et qu'ils conviennent beaucoup mieux au procédé de séparation gravitaire stimulée par injection de vapeur.

La chaîne de valeur des hydrocarbures

Aujourd'hui, la production de bitume fait principalement appel à des procédés *in situ*, dont la séparation gravitaire stimulée par injection de vapeur. Ce procédé, qui connaît l'essor le plus rapide, fait appel à de la vapeur de procédé haute température et haute pression pour extraire le bitume des sables bitumineux. À l'heure actuelle, cette vapeur est principalement produite au moyen de gaz naturel.

« ... si l'on décide d'accroître considérablement la production au moyen de la SGIV, il faudra valoriser davantage une grande partie du produit issu de cette nouvelle production. »

Extrait de la Carte routière de l'industrie des sables bitumeuses (sic)

« Utiliser du gaz naturel pour produire du pétrole à partir de sables bitumineux, cela revient à transformer de l'or en plomb. »

Propos d'un haut dirigeant de l'industrie canadienne de l'énergie rapportés par David Hugues, Commission géologique du Canada

Réduction des émissions de gaz à effet de serre

Le facteur primordial à l'origine de l'intérêt suscité par l'utilisation de l'énergie nucléaire au lieu de gaz naturel afin de produire de la vapeur pour le procédé de séparation gravitaire tient peut-être aux préoccupations croissantes que soulèvent les émissions de gaz à effet de serre.

À l'heure actuelle, il faut jusqu'à 30 mètres cubes de gaz naturel pour produire un baril de pétrole. Comme on prévoit de produire 3 millions de barils par jour d'ici 2016, d'énormes quantités de gaz naturel seront nécessaires.

En dehors de la question de sa disponibilité, le gaz naturel a des répercussions majeures au chapitre des émissions de CO₂. Essentiellement, cette méthode de production nécessite l'équivalent d'environ 20 % de l'énergie contenue dans le pétrole obtenu et elle rejette 80 kg de CO₂ pour chaque baril produit.

Et c'est sans compter le raffinage – et le prix du carbone. Si on attribuait au carbone un prix un tant soit peu substantiel, il pourrait s'agir d'un montant d'argent très élevé dans ce contexte.

L'Alberta a été la première administration publique d'Amérique du Nord à établir des cibles par voie législative pour la réduction des émissions imputables aux installations industrielles. La stratégie de 2008 sur le changement climatique préconise une réduction de 50 mégatonnes d'ici 2020. D'ailleurs, d'ici 2050, il faut réduire les émissions de 50 % par rapport au statu quo.

La production électronucléaire constitue un volet important d'une solution énergétique propre pour le Canada, car elle n'émet pratiquement pas de gaz à effet de serre. En réalité, les émissions attribuables au procédé de production de chaleur proprement dit sont nulles, mais nous employons le terme « pratiquement » parce que les camions, les équipements, etc., que l'on doit utiliser pour la construction et l'entretien d'une centrale rejettent des gaz à effet de serre.

Le nucléaire est-il propre comparativement aux autres filières? Eh bien, en utilisant de l'énergie nucléaire au lieu de charbon, on évite l'émission d'environ 90 millions de tonnes de gaz à effet de serre par an au Canada. Et l'utilisation du nucléaire permettrait un changement du même ordre dans l'industrie des sables bitumineux.

Les petits réacteurs modulaires – Qu'entend-on au juste par « petits »?

On parlait à l'origine de petits et moyens réacteurs. À l'époque, les termes « petit » et « moyen » étaient respectivement réservés aux réacteurs de moins de 300 MW et à ceux d'une puissance de 300 à 700 MW. En fait, les petits réacteurs modulaires qui présentent un intérêt pour l'industrie des sables bitumineux font partie de la catégorie des « très petits réacteurs ».

Il existe aussi une sous-catégorie de très petits réacteurs appelés « mini-réacteurs de puissance », dont la puissance est inférieure à 50 MW et qui sont généralement conçus aux fins de la production répartie d'électricité et de chaleur.

Parmi les applications habituelles de ces mini-réacteurs, mentionnons les industries des sables bitumineux et des mines, les régions éloignées, les installations militaires ainsi que le dessalement et l'épuration des eaux. Ce sont tout particulièrement les mini-réacteurs qui suscitent un intérêt pour la mise en valeur des sables bitumineux, mais je continuerai d'employer l'expression « petits réacteurs modulaires » parce c'est celle qui est le plus couramment utilisée.

Le rôle des petits réacteurs modulaires dans la « renaissance du nucléaire »

À l'échelle mondiale, on compte actuellement 440 réacteurs en exploitation et 62 en construction. En outre, 154 réacteurs actuellement à l'état de projet devraient être mis en service d'ici 2020 et 342 autres envisagés le seraient d'ici 2030. C'est la « renaissance nucléaire » prévue.

Les principaux facteurs à l'origine de cette renaissance sont :

- la demande d'énergie en hausse, particulièrement dans les pays émergents;

- le besoin croissant de sources d'énergie à faible teneur en carbone;
- les préoccupations accrues de nombreux pays en quête d'un portefeuille énergétique adéquat, varié et sûr.

Malgré ces facteurs, les dépenses d'investissement élevées de même que les dépassements de coût et les retards observés dans de récents projets de gros réacteurs nucléaires soulèvent de graves difficultés pour les services publics qui envisagent d'entreprendre de nouveaux projets nucléaires. Or, la taille des réacteurs y est pour beaucoup.

Selon une récente déclaration de Moody's Investor Services, les nouvelles centrales nucléaires représentent un risque énorme pour la plupart des entreprises en raison de l'ampleur de l'investissement nécessaire et du délai de construction d'une centrale nucléaire.

Les recettes annuelles des sociétés de l'industrie nucléaire sont généralement de l'ordre de 13 milliards de dollars par an tandis que leur actif se chiffre à 40 milliards. Il s'agit de grandes sociétés. Pourtant, au coût d'environ 10 milliards de dollars, la construction d'une nouvelle centrale nucléaire faisant appel à de gros réacteurs représente un défi de taille sur le plan financier.

Ces préoccupations, auxquelles s'ajoutent plusieurs avantages perçus dont je vous parlerai sous peu, ont contribué à la croissance rapide de l'intérêt suscité par les petits réacteurs modulaires.

L'intérêt que présentent ces réacteurs découle en grande partie de la volonté non seulement de réduire les coûts d'investissement, mais aussi d'alimenter des régions éloignées des grands réseaux électriques. Nous avons toutes les raisons de penser que les petits réacteurs modulaires pourraient accaparer une portion appréciable, voire la plus large part du marché des nouveaux réacteurs.

En ce qui concerne la chaleur de procédé, par opposition à la production d'électricité, les petits réacteurs modulaires présentent plusieurs avantages par rapport au gaz naturel en

tant que source éventuelle de vapeur pour le procédé de séparation gravitaire stimulée par injection de vapeur. Outre la réduction du carbone, l'intérêt pour l'industrie des sables bitumineux réside dans la diversification des sources d'énergie tant pour la sécurité énergétique que pour la stabilisation des coûts.

Diverses propositions ont été faites quant à l'utilisation de l'énergie nucléaire afin de produire la vapeur nécessaire pour extraire le bitume des dépôts de sables bitumineux et produire en même temps de l'électricité. Selon une conclusion importante, la source de vapeur doit être semi-portable à long terme. Ce n'est pas le cas pour les gros réacteurs, mais ce peut l'être pour les petits réacteurs modulaires. On pourrait déplacer tous les dix ans des réacteurs relativement petits à mesure que l'extraction irait de l'avant.

Pour qu'un réacteur convienne à la mise en valeur des sables bitumineux, ses caractéristiques doivent concorder avec celles des champs bitumineux où le procédé de séparation gravitaire est appliqué.

Les petits réacteurs – une perspective historique

Les petits réacteurs ne datent pas d'hier. C'est en 1954 qu'a démarré en Russie le tout premier réacteur nucléaire conçu pour produire de l'électricité qui avait une puissance de 5 MW. Le réacteur nucléaire de démonstration (NPD – Nuclear Power Demonstration) de 22 MW construit au Canada en 1962 était un prototype du réacteur à eau lourde sous pression maintenant connu sous l'appellation « CANDU ».

Ce n'est pas d'hier non plus que l'on utilise de petits réacteurs à des fins autres que la production d'électricité. Les travaux sur la propulsion nucléaire des navires ont débuté dans les années 1940 et le premier réacteur d'essai prototype a démarré aux États-Unis en 1953. Le premier sous-marin à propulsion nucléaire (*USS Nautilus*) a été mis en service et a effectué une première sortie en mer en 1955.

Des petits réacteurs ont été utilisés à d'autres fins aux États-Unis dès les années 1950, principalement dans des installations militaires, par exemple le réacteur de 1,5 MW utilisé dans l'Antarctique de 1962 à 1972. Quatre petits réacteurs en exploitation en

Sibérie depuis 1976 produisent de l'électricité ainsi que de la vapeur pour le chauffage d'îlots. Et les exemples ne manquent pas en France, au Royaume-Uni, en Chine et en Russie.

Intérêt de l'exploitation de petits réacteurs modulaires pour la mise en valeur des sables bitumineux

De manière générale, les réacteurs de recherche et de puissance sont construits un à la fois sur un site déterminé, nécessitent une infrastructure imposante et demeurent sur place jusqu'à leur mise hors service. Ces caractéristiques ne sont guère compatibles avec la mise en valeur des sables bitumineux.

En revanche, les réacteurs comme ceux que l'on utilise depuis les années 1950 à bord des porte-aéronefs et des sous-marins sont très différents en ce sens qu'ils sont beaucoup plus petits, qu'ils utilisent l'espace de façon très efficace, qu'ils fonctionnent à bord d'un véhicule en mouvement et qu'ils sont de conception modulaire. Ils sont dits « de conception modulaire » parce qu'au lieu de les construire sur place, on assemble des composants modulaires dans un environnement similaire à un atelier ou à une usine. Ces réacteurs sont souvent installés et exploités à bord d'immenses navires qui peuvent franchir de longues distances – si bien que les possibilités d'approvisionnement, d'entretien ou de rechargement sont limitées.

À quoi ces réacteurs utilisés en haute mer doivent-ils le succès si impressionnant qu'ils ont connu dès le début du développement de la technologie? Trois caractéristiques ont été déterminantes :

- Premièrement, les navires à propulsion nucléaire ne sont pratiquement pas tributaires des ports ou des chaînes d'approvisionnement et peuvent fonctionner pendant 20 ans, voire davantage sans aucun rechargement en combustible. De surcroît, la capacité qui aurait servi à stocker le charbon ou le mazout peut être utilisée pour la charge utile ou l'équipage. Il s'agit d'une caractéristique fort intéressante tant pour les sous-marins que pour les porte-aéronefs.

- Deuxièmement, la consommation d'air et les émissions sont faibles. Cet aspect revêt une importance primordiale dans le cas des sous-marins pour des raisons à la fois d'avantage tactique et de survie.
- Troisièmement, le combustible nucléaire produit une énorme quantité d'énergie. C'est un atout important pour les porte-aéronefs, qui doivent pouvoir pousser une masse considérable sur de longues distances dans un liquide dense et suivre les aéronefs pendant les opérations. La technologie nucléaire fournit la puissance voulue sans imposer un encombrement ou des coûts indus.

Depuis plusieurs dizaines d'années, l'exploitation fructueuse de ces réacteurs à bord de navires de plusieurs pays a fait la preuve de ces avantages. Ces systèmes se sont avérés abordables, fiables, évolutifs et puissants – sans oublier qu'ils sont également silencieux et propres.

Or, ces caractéristiques des petits réacteurs modulaires utilisés à bord des navires sont précisément celles dont on a besoin pour mettre en valeur les sables bitumineux de l'Alberta.

Permettez-moi de récapituler ces avantages dans le contexte de l'industrie des sables bitumineux :

- infrastructure minimale sur site
- capacité de fonctionner dans des endroits éloignés
- autonomie par rapport aux chaînes d'approvisionnement en combustible, c.-à-d. sécurité, disponibilité et prix
- émissions minimales
- transportabilité
- forte densité énergétique
- exploitation éprouvée et fiable
- dossier exemplaire en matière de sûreté

Sûreté

En ce qui concerne la sûreté, je tiens à souligner d'entrée de jeu qu'il s'agit de notre priorité numéro un.

Le dossier enviable de l'exploitation nucléaire au Canada montre que notre industrie est l'une des plus sûres du monde.

L'exploitation fait l'objet d'une surveillance rigoureuse, d'une réglementation stricte et d'améliorations continues grâce aux efforts quotidiens de professionnels compétents qui ont à cœur d'assurer la sécurité du public.

Depuis les événements tragiques de mars 2011, l'industrie nucléaire – au Canada et ailleurs dans le monde – travaille sans relâche afin de mettre en commun les précieuses leçons qui en sont ressorties pour s'assurer que les normes et les politiques de sûreté reflètent les constats les plus récents.

À ce jour, l'industrie nucléaire canadienne :

- a participé, en tant que groupe du secteur nucléaire, à l'examen de la situation au Japon et aux mesures prises pour y répondre;
- a présenté à la Commission canadienne de sûreté nucléaire une série de mesures pour vérifier la sûreté de nos centrales nucléaires;
- a vu mon collègue Tom Mitchell, président d'Ontario Power Generation, nommé par l'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires à la présidence d'une commission spéciale « post-Fukushima ». Cette commission comptant 14 membres a pour mandat d'examiner les leçons tirées de la catastrophe et de recommander les mesures que l'industrie devrait prendre.

De fait, notre industrie explore constamment des moyens de faire face aux catastrophes les plus IMPROBABLES – comme une inondation ou un séisme majeurs – et la situation

d'urgence qui s'ensuivrait. Nous continuerons de faire preuve d'ouverture et de transparence quant à nos mesures de sûreté.

Malgré l'excellent dossier de la filière nucléaire à ce jour au chapitre de la sûreté, la nouvelle génération de petits réacteurs modulaires en développement à l'heure actuelle offrira des avantages *supplémentaires* en matière de sûreté et de sécurité par rapport aux gros réacteurs commerciaux.

De par leur conception, ces petits réacteurs comportent moins d'exigences de sécurité, fonctionnent à des pressions inférieures, présentent des scénarios d'accidents qui progressent plus lentement et sont à l'épreuve de la fusion du cœur. Les propriétaires, les exploitants et les utilisateurs profiteront grandement des résultats de tous ces travaux de conception.

Réglementation et délivrance de permis

Les études portant sur le mode de réglementation et de délivrance de permis pour les petits réacteurs modulaires se multiplient aux États-Unis, mais aussi au Canada.

Les problèmes relevés aux États-Unis sont généralement liés au cadre de délivrance des permis, aux demandes de permis ou à la conception et à la fabrication. Nombre de ces problèmes sont inhérents au cadre réglementaire américain et il est essentiel de modifier la réglementation pour être en mesure de les régler.

Les problèmes sont similaires au Canada, mais une différence importante tient au fait que l'on peut les résoudre à l'intérieur du cadre réglementaire national sans modifier les règlements proprement dits.

Notre organisme de réglementation fédéral, la Commission canadienne de sûreté nucléaire – la CCSN – a publié jusqu'à présent deux documents d'application de la réglementation faisant état des exigences relatives à la délivrance de permis pour les petits réacteurs modulaires.

D'après la CCSN, on devrait pouvoir délivrer des permis pour ces petits réacteurs au Canada beaucoup plus rapidement qu'aux États-Unis. C'est pourquoi elle a invité les fournisseurs américains de petits réacteurs modulaires à demander un examen de la conception préalable à l'autorisation.

La CCSN a par ailleurs déclaré que le délai de délivrance des permis d'exploitation sera plus court pour les petits réacteurs modulaires que pour les grandes centrales – environ six ans au lieu de neuf. C'est principalement en menant de front l'évaluation environnementale, le permis pour la préparation d'un site et le permis de construction que l'on parviendrait à réduire ainsi le délai.

De nombreuses incertitudes entourent les problèmes à résoudre en ce qui a trait à la délivrance d'un permis d'exploitation pour un petit réacteur modulaire au Canada, mais l'approche proactive adoptée par le principal organisme de réglementation constitue un signe très encourageant.

Une voie à suivre

On peut énoncer en termes assez simples la voie à suivre, mais il faudra déployer beaucoup d'efforts et d'imagination pour réussir. Alors, quelle est la voie à suivre? Voici ce que j'en pense.

Accepter que ce n'est ni simple ni rapide. Tous les participants doivent comprendre qu'il s'agit d'une décision beaucoup plus cruciale que celle d'acheter un camion ou une génératrice diesel. Autrement dit, on ne parle pas ici de l'acquisition d'une technologie de série. Les petits réacteurs modulaires sont relativement nouveaux et leur utilisation dans l'industrie des sables bitumineux est tout à fait récente. La situation est donc comparable à l'expérience de votre industrie en ce qui a trait au développement initial du procédé de séparation gravitaire stimulée par injection de vapeur. Une équipe composée de divers spécialistes compétents et dévoués devra participer au projet pendant une certaine période. Et de nombreuses petites innovations contribueront à son succès.

Mettre en place des voies de communication efficaces entre l'industrie nucléaire et celle des sables bitumineux. Les gens de mon industrie doivent comprendre de manière complète et détaillée les besoins de la vôtre. Nous devons aussi comprendre l'évolution probable de ces besoins au fil du temps. Et nous devons faire preuve d'une transparence absolue concernant l'avancement de la situation et nos capacités. Rien de moins qu'un dialogue exhaustif à plusieurs niveaux ne sera suffisant pour réussir.

Prévoir tous les obstacles. Il nous faudra déterminer dès le départ les contraintes que nous devons surmonter ensemble et les incertitudes que nous devons prendre en compte. Non seulement ces éléments sont complexes, mais aussi ils sont appelés à évoluer au fil du temps. C'est pourquoi il faudra tenir à jour l'inventaire des obstacles.

Dresser la liste des différentes options en précisant les coûts et avantages de chacune.

Mettre au point une solution judicieuse et efficace. Il faut une solution judicieuse, en ce sens qu'elle doit permettre d'obtenir les résultats nécessaires à l'intérieur des contraintes auxquelles nous ferons face. La solution doit aussi être efficace, c'est-à-dire qu'elle doit être tournée vers l'avenir et adaptable en fonction des besoins et des contraintes à venir.

Conclusion

J'ai la conviction que la filière nucléaire possède toutes les caractéristiques voulues pour connaître le succès dans l'industrie des sables bitumineux.

À l'ANC, nous estimons que le nucléaire offre toute une gamme de possibilités. Nous ne préconisons pas une technologie, une vision de l'avenir ni une structure en particulier pour notre industrie ou pour la vôtre. Ces avenues seront choisies par des gens comme vous, qui choisissent des sources d'énergie pour leur foyer, leur entreprise, leur organisation, leur ville et leur province.

Et j'encourage chacun de vous à nous suivre dans les médias sociaux – notre blogue TalkNUclear.ca et nos comptes Twitter et Facebook – pour exprimer votre point de vue sur cette question et tout autre enjeu afin de favoriser un dialogue soutenu sur les différentes filières énergétiques au Canada.

Je vous remercie infiniment.